

51

Int. Cl.:

H 01 j, 61/06

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENTAMT



52

Deutsche Kl.: 21 f, 82/03



10

11

21

22

43

Offenlegungsschrift 2125 444

Aktenzeichen: P 21 25 444.4

Anmeldetag: 22. Mai 1971

Offenlegungstag: 9. Dezember 1971

Ausstellungspriorität: —

30

Unionspriorität

32

Datum: 25. Mai 1970

33

Land: V. St. v. Amerika

31

Aktenzeichen: 40134

54

Bezeichnung: Gasentladungslampe mit Hohlraumelektroden

61

Zusatz zu: —

62

Ausscheidung aus: —

71

Anmelder: General Electric Co., Schenectady, N.Y. (V. St. A.)

Vertreter gem. § 16 PatG: Schüler, H., Dr. rer. nat., Patentanwalt, 6000 Frankfurt

72

Als Erfinder benannt: White, John Edward, Cleveland, Ohio (V. St. A.)

Benachrichtigung gemäß Art. 7 § 1 Abs. 2 Nr. 1 d. Ges. v. 4. 9. 1967 (BGBl. I S. 960): —

Prüfungsantrag gemäß § 28 b PatG ist gestellt

DT 2125444

Dr. rer. nat. Horst Schüler

PATENTANWALT

2125444

6 Frankfurt/Main 1, den 21. Mai 1971

Niddastraße 52 WK/hö

Telefon (06 11) 23 72 20

Postscheck-Konto: 282 420 Frankfurt M.

Bank-Konto: 225/0389

Deutsche Bank AG, Frankfurt/M.

1797-LD-5863

GENERAL ELECTRIC COMPANY

1 River Road

SCHENECTADY, N.Y./U.S.A.

Gasentladungslampe mit Hohlraumelektroden

In dem US-Patent 3 029 359 wurde bereits eine thermionische Hohlkathode beschrieben, welche bei Stromstärken bis zu 25 A zufriedenstellend und mit geringer Schwärzung des Kolbens arbeitet. Die Kathode umfaßt einen hohlen, tassenförmigen Körper aus Wolfram, der an der Vorderseite offen ist, und besitzt eine Wolframspule als Belag für die Hohlraumwände, auf der ein Emissionsmaterial als Überzug und in den Zwischenräumen zwischen den Spulenwindungen aufgebracht ist.

109850/1210

Es ist ein Ziel der vorliegenden Erfindung, Elektroden für den Betrieb als Hohlkathode zu schaffen, die bei niedrigeren Stromstärken im Bereich von 0,5 bis 10 A arbeiten. Dieser Bereich für die Stromstärke tritt gewöhnlich bei den Hochleistungs- oder Hochdruckmetall dampflampen mit einer Nennleistung in gewissen Bereichen auf, welche einen Metaldampf, beispielsweise aus Quecksilber, Natrium und Metallhalogeniden, enthalten und häufig für kommerzielle, industrielle Anwendungen sowie für Straßenbeleuchtung verwendet werden.

Die Gasentladungslampe gemäß der vorliegenden Erfindung ist besonders interessant in Verbindung mit Quecksilber und Metallhalogenide enthaltenden Lampen, welche eine beträchtliche Verbesserung der Farbwiedergabe und des Wirkungsgrades gegenüber konventionellen Quecksilberbogenentladungslampen dadurch erreichen, daß der Quecksilberfüllung eines oder mehrere verdampfbare Metallhalogenide zugefügt werden. Diese Lampen sind beschrieben in dem US-Patent 3 234 421. Eine bevorzugte Füllung für solche Lampen umfaßt Quecksilber, Natriumjodid, Thalliumjodid und Indiumjodid und erreicht einen Wirkungsgrad von 80 bis 90 Lumen/Watt mit einer Lichtfarbe, die weiß oder mindestens fast weiß ist.

Im Vergleich mit üblichen Quecksilberdampflampen zeigen die Quecksilbermetallhalogenidlampen eine kürzere Lebensdauer und eine schlechtere Beibehaltung der ursprünglichen Leuchtstärke. Das Problem steht in Beziehung zu chemischen Reaktionen zwischen den auf den Elektroden verwendeten Materialien für die Elektronenemission und den Bestandteilen der Metallhalogenide der ionisierbaren Füllung. Bei den konventionellen Quecksilberdampflampen werden als sehr leistungsfähige Elektronenemitter Oxide von Erdalkalien, beispielsweise BaO , verwendet. Bei der Quecksilbermetallhalogenidlampe wird das weniger wirksame ThO_2 verwendet, um die chemischen Reaktionen zu vermeiden. Dadurch sind jedoch der Wirkungsgrad, die Lebensdauer und die Beibehaltung der Leuchtdichte nicht mehr ganz so gut. Eine wirksame

Hohlkathode mit langer Lebensdauer und guter Beibehaltung der Eigenschaften, welche kein Elektronenemittermaterial aus einem Erdalkalioxid erfordert, wäre daher besonders brauchbar für solche Quecksilbermetallhalogenidlampen.

Die Elektronenemission bei Lampen kann durch drei ausgeprägte Formen beschrieben werden: die Betriebsart nach "Fowler-Nordheim", die Betriebsart mit "Schottky-Fleck" und die "diffuse Emission". Bei der Fowler-Nordheimschen Emission ist diese durch eine Beweglichkeit des Endflecks des Bogens und durch eine hohe Spannungsspitze bei dem Nulldurchgang des Stroms bei Wechselstromlampen gekennzeichnet. Die Betriebsart mit Schottky-Fleck wird meistens bei Hochleistungslampen des Metalldampfyps angewendet, wobei der Bogen an einem Fleck auf der Elektrode anhaftet, welcher auf einer viel höheren Temperatur liegt als der Rest der Elektrodenstruktur. Bei der diffusen Emission erfolgte die Elektronenemission aus einem großen Flächenbereich heraus und wird nur geringfügig ergänzt durch Ionenaufprall. Bei hohem Druck wird diese diffuse Emission selten beobachtet.

Die Vorteile des Betriebs mit diffuser Emission besonders bei Verbindung mit einer hohlen Elektrodengeometrie liegen in den geringen Elektrodenverlusten und darin, daß aus den Elektroden freigesetztes metallisches Material in dem Innern des Elektrodenhohlraums eingefangen wird. Der erste Faktor bedeutet einen höheren Wirkungsgrad und der zweite Faktor bedeutet eine Verringerung der Kolbenschwärzung. Die Aufgabe der Erfindung besteht in der Schaffung einer Gasentladungslampe mit einer Elektrodenstruktur, welche die Betriebsart der diffusen Emission mit einer Hohlkathode in dem unter relativ hohem Druck stehenden Metalldampf von Hochleistungslampen erreicht.

Erfindungsgemäß wurde gefunden, daß das Eindringen des Auftreffflecks der Bogenentladung in den Hohlraum der Elektrode gefördert wird durch eine "Dampfbeatmung", welche Plasma in den Hohlraum während der Wiedertzündung bei Wechselstrombetrieb nach dem

Nulldurchgang des Stroms injiziert, und daß eine solche "Beatmung" bei Hochdrucklampen mit geringer Stromstärke sehr erwünscht ist. Diese Beatmung wird gefördert durch einen Hohlraum, welcher gasdicht ist und eine Tiefe aufweist, die nicht wesentlich größer ist als die Eindringtiefe des Ansatzflecks des Bogens. Tief im Innern des Hohlraums sind hohe Temperaturen wünschenswert und werden dadurch erreicht, daß eine gesteigerte thermische Kopplung zwischen dem vorderen Ende der Hohlraumelektrode und dem kühleren umgebenden Strahlungsschild vorgesehen wird. Weiterhin ist hierzu noch eine thermische Isolation zwischen den Seiten des Hohlraumteils und der kühleren Abschirmung vorgesehen. Es ist erwünscht, Emissionsmaterialien im Innern des unteren Teiles des Hohlraums anzuordnen, da dies das tiefe Eindringen des Ansatzbereichs des Bogens begünstigt. Ein Hervorstehen der Strahlungsabschirmung über den Hohlraumteil hinaus auf die andere Elektrode zu wird vermieden, da ein solcher hervorragender Teil die Ausbildung eines Ansatzflecks in der Betriebsart mit Schottky-Fleck-Emission auf der Abschirmung begünstigen würde.

Die nachstehende Beschreibung im Zusammenhang mit den Abbildungen und bevorzugten Ausführungsformen dient zu einer weiteren Erläuterung des allgemeinen Erfindungsgedankens.

Fig. 1 ist eine Ansicht einer Hochleistungs-Quecksilbermetall-dampflampe mit Bogenentladung und Hohlraumelektroden gemäß der Erfindung.

Die Fig. 2a und b sind teilweise im Schnitt wiedergegeben und zeigen eine Seitenansicht einer Hohlraumelektrodenkonstruktion.

Fig. 3 ist eine Ansicht im Schnitt einer anderen Konstruktion einer Hohlraumelektrode.

Fig. 4 ist eine weitere Schnittdarstellung einer anderen Konstruktion einer Hohlraumelektrode.

Fig. 5 zeigt die Verhältnisse an der Hohlraumelektrode während der Wiedierzündung nach dem Nulldurchgang des Stroms.

Fig. 6 zeigt die Verhältnisse an der Hohlraumelektrode während des Stromdurchgangs durch den Maximalwert.

Bei geringen Stromstärken ist das Problem der Auslösung des Betriebs mit Hohlraumemission viel schwieriger als bei hohen Stromstärken. Dies erkennt man leicht aus der folgenden vereinfachten Darstellung, welche von einem Satz von Annahmen ausgeht. Es sei eine zylindrische (nicht abgeschirmte) Elektrodenkonstruktion mit einer festen axialen Tiefe des Hohlraums betrachtet, welche unter festgelegten Druckverhältnissen arbeitet. Wenn man annimmt, daß der Durchmesser des Hohlraums nach Bedarf mit der Stromänderung geändert wird und die Tiefe des Hohlraums so gewählt ist, daß bei allen interessierenden Stromstärken der Ansatzfleck des Bogens bis zur vollen Tiefe des Hohlraums in der Betriebsart der diffusen Hohlraumemission brennt. Unter diesen Verhältnissen wird die Leistungszufuhr zur Elektrode proportional der Stromstärke sein. In erster Näherung kann eine konstante Temperatur durch Änderung des Durchmessers d des Hohlraums proportional zur Änderung des Stroms I entsprechend der folgenden Beziehung erreicht werden, da die von der Elektrode bei einer gegebenen Temperatur abgeführte Leistung proportional der Elektrodenfläche ist:

$$d = k_1 I \quad (1)$$

Die Fläche A der Hohlraumöffnung, in welche der Strom hineinfließen muß, ist proportional dem Quadrat des Durchmessers:

$$A = k_2 d^2 \quad (2)$$

Kombination von (1) und (2) zur Eliminierung der Größe d :

$$A = k_3 I^2 \quad (3)$$

$$I/A = k_4 / I \quad (4)$$

Damit erhält man in erster Näherung, daß die Stromdichte I/A umgekehrt proportional dem Strom ist. Wenn die Elektronen-

emissionseigenschaften eines Hohlraums so beschaffen sind, daß sie eine bestimmte Hohlraumtemperatur erfordern, wird die Zuführung einer höheren Stromstärke zu einer geringeren erforderlichen Stromdichte in dem Hohlraum führen. Andererseits wird die Zufuhr einer geringeren Stromstärke zu einer hohen Stromdichte führen. Bei einer gegebenen Elektronenbeweglichkeit wird man daher erwarten, daß große Stromstärken leicht in die benötigten Hohlraumöffnungen eindringen können, wie dies auch bei Verwendung von 75 A gefunden wurde. Dies ist jedoch nicht der Fall bei Stromstärken unterhalb 10 A.

Beispielsweise würde für das Eindringen des Spitzenstroms von 3,2 A effektiv des Bogens einer Quecksilberdampflampe bei einem Betriebsdruck von 3,5 atm bis zum Grunde des Hohlraums, der normalerweise bei solchen Lampen verwendet wird, (mit einem Öffnungsdurchmesser von etwa 0,9 mm (35 mils)) bei einer Betriebstemperatur von 6000 °K eine Spannung von 16,8 V erfordern. Dies ist eine Dampftemperatur, die ausreicht, um die an der Elektrode dieser Bogenentladung benötigte Ionendichte zu liefern. Um lediglich den Elektronenstrom durch die Öffnung in den Hohlraum dieses Bogens hinein zu bekommen, benötigt man eine Dampftemperatur von 8490 °K bei einem Spannungsabfall längs des Plasmas des Hohlraums von 0,76 V. Dies ist der normalerweise beobachtete Wert. Diese Zahlen deuten darauf hin, daß zwar das Brennen des Bogens in dem Hohlraum ein energetisch bevorzugbarer Zustand ist, zur Einstellung dieses Zustandes jedoch ein Problem zu überwinden ist.

Die Figuren 5 und 6 zeigen schematisch den Bereich in der Umgebung der Hohlraumelektrode und der angrenzenden positiven Säule des Bogens. Die dargestellten Verhältnisse beziehen sich auf eine Bogenentladung in Quecksilberdampf mit einer Stromstärke von 3,2 A und einem Dampfdruck von etwa 3,5 atm. Fig. 5 zeigt die Verhältnisse während der Wiedertzündung nach dem Nulldurchgang des Stroms, und die Fig. 6 zeigt die Verhältnisse beim Maximalwert des Stroms des Wechselstrombogens.

Nachdem der Strom mit einer Frequenz von 60 Hz durch den Nullpunkt gegangen ist, ist die Dampftemperatur in dem Hohlraum am Punkt A der Fig. 5 auf einen Wert von etwa 2400 °K abgefallen und der Ionisationsgrad ist sehr gering. Die Neuzündung des Stroms in der entgegengesetzten Richtung fordert einen Zusammenbruchvorgang an beiden Elektroden, der, wie bei B angedeutet, in einem Kanal außerhalb des Elektrodenhohlraums stattfindet. Das Zusammenbrechen dieses Kanals wird zu dem Grade beendet, wie er für die Neutralisierung der Elektronenraumladung erforderlich ist, in einem Zeitraum von etwa 700 Mikrosekunden nach dem Nulldurchgang des Stroms. Die Temperatur bei C beträgt bei dem Zusammenbruch etwa 4400 °K. Während des Aufbaus dieses Kanals ist die Temperatur des Dampfes niedrig und zu dem Zeitpunkt von 100 oder 200 Mikrosekunden wird bei gasdichten Hohlraumwänden dann in den Hohlraum Dampf mit einer Geschwindigkeit von etwa 1000 cm/sec eingesaugt. Hierdurch wird Plasma aus dem Bereich C in den Hohlraum hereingezogen. Mit dem Ansteigen des Bogenstroms wird die Leitfähigkeit im Innern des Hohlraums durch Aufbauen des ursprünglich eingesaugten Plasmas erzielt, da die Wiederzündung ein sich aufsteigernder Prozeß ist und es für den Strom leichter ist, den langen Weg zu verfolgen, in dem bereits früher eine Ionisation stattgefunden hat, als längs eines kürzeren Weges den "Mason'schen Dunkelraum" zu zerstören. Es ist wichtig, daß in beiden Halbperioden Strom in den Hohlraum hineinfließt, um die Temperatur dort hochzuhalten.

Um bei den beobachteten niedrigen Feldstärken den Spitzenstrom in den Hohlraum hineinzutragen, muß die Temperatur am Punkt W in Fig. 6 etwa 8500 °K sein. Dies ist nicht unverträglich mit der Forderung von nur etwa 6000 °K in der Umgebung des Punktes L, da bei Feldstärken in dem beobachteten Bereich (10 V/cm am Eintritt des Hohlraums) und der hohen Stromdichte durch die Hohlraumöffnung (729 A/cm^2) nur etwa 50 Mikrosekunden erforderlich sind, um die Dampftemperatur von 6000 °K auf 8500 °K zu erhöhen. Gleichzeitig dehnt sich, wie bei N in Fig. 6 angedeutet, der ionisierte Kanal aus.

Aus der vorstehenden angenäherten Analyse kann gefolgert werden, daß das Eindringen des Ansatzfleckes in den Elektrodenhohlraum hinein eine Unterstützung durch Dampfeinatmung zur Einführung von Plasma in den Hohlraum während der Wiederzündung nach dem Stromdurchgang eines Wechselstroms erfordert. Dieses Dampfeinatmen, das bei hohen Stromstärken vermieden werden muß, um weitmöglichst das Emissionsmaterial im Innern des Hohlraums zu halten, ist bei niedrigen Stromstärken vorteilhaft und muß gefördert werden. Eine maximale Dampfeinatmung erfordert einen gasdichten Hohlraum - eine Drahtspule mit lockeren Wicklungen bedeutet einen Verlust an Wirkungsgrad. Eine eng gewickelte Drahtspule ist jedoch geeignet und ebenso eine Kathode aus gepreßtem oder geformtem Pulver.

Bei Hochstromlampen ist es erwünscht, einen Hohlraum im Innern der Hohlraumelektrode zu besitzen, der etwa das gleiche Verhältnis zu dem Nutzraum im Innern der Elektrode aufweist, welcher von dem Bogen durchsetzt ist, wie das Verhältnis des nicht von der Bogenentladung eingenommenen Lampenvolumens zu dem von der Bogenentladung eingenommenen Lampenvolumen. Es wurde jedoch jetzt gefunden, daß bei niedrigen Stromstärken ein toter Raum im Innern des Hohlraums zu vermeiden ist. Im Sinne einer größeren Wirksamkeit der Dampfeinatmung sollte die Hohlraumtiefe nicht größer sein als der Eindringtiefe des Auftreffflecks des Bogens entspricht.

Die Hohlraumelektrode arbeitet in der Betriebsart der diffusen Emission und zerstörungsfrei durch thermionische Emission, welche eine hohe Temperatur an den elektronenaussendenden Teilen erfordert. Wenn die Temperaturen tief im Innern des Hohlraums nicht so hoch oder angenähert so hoch gehalten werden wie in der Nähe des Hohlraumeinlasses, dann wird das tiefe Eindringen des Auftreffflecks des Bogens behindert. Eine wirksame Maßnahme zur Erzielung relativ hoher Temperaturen tief im Innern des Hohlraums besteht darin, eine gesteigerte thermische Kopplung zwischen dem oberen oder vorderen Ende des Hohlraums und der kühleren Strahlungsabschirmung zu erzeugen.

109850/1210

BAD ORIGINAL

Das tiefe Eindringen des Bogens wird gefördert dadurch, daß die geringste Austrittsarbeit in den tiefsten Schichten im Innern des Hohlraums vorgesehen ist. Dies kann dadurch erreicht werden, daß am Grunde des Hohlraums eine Tablette mit einem Emissionsmaterial mit niedriger Austrittsarbeit angebracht ist. Ein anderes Verfahren besteht darin, das Emissionsmaterial in dem unteren Teil des Hohlraumteils unterhalb des Kontaktes mit der Strahlungsabschirmung miteinzufügen. Da der Transport des Emissionsmaterials vorwiegend durch Diffusion erfolgt, wird eine kalte Verbindungsstelle mit der Abschirmung dazu neigen, eine nach außen gerichtete Diffusion zu hemmen und eine Ansammlung von Emissionsmaterial auf der Fläche der Abschirmung zu vermeiden, welche eine Bogenentladung zu dieser Fläche bewirken kann.

Bei einer Hohlraumelektrode, die ein Hohlraumteil und eine kühlere umgebende Abschirmung umfaßt, muß das Herausragen der Abschirmung über den Hohlraumteil hinaus in Richtung der anderen Elektrode vermieden werden. Es kann sonst sich auf der Abschirmung ein Kathodenfleck ausbilden und die Betriebsart der Hohlraumemission verdrängen.

Wenn die Betriebsart der Hohlraumemission einmal eingestellt ist, ist ein tiefes Eindringen des Bogenansatzfleckes in den Hohlraum stabiler als ein weniger tiefes Eindringen. Ebenso sind die Vorteile der niedrigen Betriebstemperatur und der niedrigen Dichte für auftreffende positive Ionen umso größer, je tiefer dieses Eindringen in den Hohlraum erfolgt. Das tiefe Eindringen wird begünstigt durch thermische Isolation der zylindrischen Seitenteile von dem Hohlraumteil durch beispielsweise eine konzentrische Strahlungsabschirmung.

Die üblicherweise bei Lampen mit der Betriebsart eines Schottky-Fleckes verwendeten Elektroden besitzen nur einen kleinen Bruchteil der Arbeitsflächen, welcher durch Emissionsmaterial bedeckt ist, und die effektive Austrittsarbeit der Elektrode ist nur geringfügig unterhalb der Austrittsarbeit von reinem Wolfram. Der Grund hierfür besteht darin, daß bei den für diese

Betriebsart erforderlichen Stromdichten das Ionenbombardement und die Verdampfung rasch das Emissionsmaterial von der Elektrodenoberfläche entfernen. Bei der Betriebsart mit diffuser Hohlraumemission wird das Emissionsmaterial konserviert und es sind etwas geringere Temperaturen ausreichend. Es ist jedoch auch in diesem Falle notwendig, einen relativ großen Bereich auf der Emissionstemperatur zu halten. Daher wird es wichtig, die Wärme zu bewahren. Eine massive Elektrode würde sich viel zu wirksam abkühlen und würde dazu neigen, in der konzentrierten und zerstörerischen Betriebsart nach Fowler-Nordheim zu arbeiten. Die Elektrode muß relativ klein und kompakt sein und muß so konstruiert sein, daß sie in einem relativ großen Bereich Wärme konserviert, so daß dieser Bereich an der Elektronenemission teilnehmen kann.

Eine vorgegebene Stromdichte der Emission ist bei niedrigeren Temperaturen erreichbar bei einem Emissionsmaterial mit niedrigerer Austrittsarbeit. Daraus folgt, daß die Anforderung zur Wärmekonservierung weniger streng wird in dem Maße, wie die Austrittsarbeit durch Verwendung von Emissionsmaterial herabgesetzt werden kann.

Wenn der Durchmesser des Hohlraums zu klein gemacht wird, wird die Elektronenbeweglichkeit nicht ausreichen, um bei den verfügbaren Elektronendichten den Strom durch den Hohlraum zu tragen. Daher muß die Forderung zur Wärmekonservierung, welche zu einem kleinen Hohlraumdurchmesser führt, abgewogen werden gegen die Forderung zu einem ausreichenden Stromdurchgang.

Die Öffnung des Hohlraums muß sich in Richtung der anderen Elektrode erstrecken ohne Abschirmung durch teilweise zwischengefügte oder benachbarte andere Teile. Solche hervorstehenden Bereiche können während des Zündvorgangs Elektronen oder Ionen anziehen und eine genügend hohe Temperatur aufbauen, um beim anschließenden Betrieb den Aufsetzpunkt des Bogens von dem Hohlraum wegzuhalten.

In den erfindungsgemäßen Lampen wurden die obigen Anforderungen erfüllt durch relativ kleine kompakte Elektroden. Ein Elektrodentyp umfaßt zwei getrennte konzentrische Spulen aus einem feuerfesten Metalldraht, wobei die innere Spule hohl und in Richtung des Bogens offen ist. Geeignete feuerfeste Metalle sind Wolfram, Tantal oder Rhenium oder Legierungen, wobei Wolfram bevorzugt ist. Eine Vorrichtung zur Wärmekonservierung ist vorgesehen, beispielsweise eine Strahlungsabschirmung, die zwischen die innere und äußere Spule eingefügt ist.

Bei einem anderen Elektrodentyp werden drei konzentrische Spulen verwendet, von denen die mittlere Spule die Funktion der Strahlungsabschirmung übernimmt. Die innere Spule erstreckt sich über die äußere Spule hinaus, um eine Mindestspannung für den Hohlraumbereich zu gewährleisten. In der Kathode ist ein Elektronenemittermaterial vorgesehen. Für Lampen, die neben Quecksilber Natriumjodid enthalten, ist Thoriumoxid geeignet. Das Thoriumoxid wird tief im Innern des Hohlraums als Pille oder Tablette eingefügt, um als Reservoir zu dienen. Es ist erwünscht, daß das Thoriumoxid eine kleine Menge von Aktivatormaterial enthält, um die Freisetzung von freiem Thorium oder einer leichter verdampfbaren Verbindung von Thorium zu fördern. Als Aktivator kann Nitrozellulose oder eine andere kohlenstoffhaltige Verbindung benutzt werden. Bevorzugt wird Wolframkarbid WC, wobei eine geeignete Zusammensetzung 30 Gew. % WC als Beimischung zu einer trockenen Pille von ThO_2 enthält.

Bei der erstmaligen Bogenentladung der Lampe wird eine geringe Menge von freiem Th oder ThC erzeugt, welche zu der Hohlraumwand wandert und dort eine ausreichende Herabsetzung der Austrittsarbeit erzeugt, um zu bewirken, daß der Lichtbogen in dem Innern des Hohlraums und in der Nähe der Pille in der Hohlkathodenbetriebsart brennt. Die Ionenbombardierung und die Temperatur während des Betriebs bewirken, daß genügend Thoriumoxid oder seine Folgeverbindungen in den Hohlraum überführt werden, um Verluste an der Mündung des Hohlraums wettzumachen. Es wurde

gefunden, daß eine dünne Schicht von Thoriumoxid als Überzug auf der inneren Oberfläche des Hohlraums das erstmalige Eindringen des Lichtbogens in den Hohlraum fördert. Dies ist jedoch nicht unerlässlich, da das Ionenbombardement der Pille während des Betriebs in jedem Falle Thoriumoxid und seine Disproportionierungsprodukte längs der Hohlraumwände verfügbar macht. Die Anbringung der Pille am Grunde des Hohlraums führt dazu, daß dort die kleinste Austrittsarbeit herrscht und hierdurch das tiefe Brennen begünstigt wird.

Wahlweise ist es möglich, ein Starthilfematerial (priming) anstelle des Aktivators dem Thoriumoxid beizumischen. Dieses Material muß eine kleine Austrittsarbeit besitzen und während des Herstellungsvorgangs aus der Emissionspille austreten. Das Anlaßmaterial ergibt daher eine niedrige Austrittsarbeit für den Hohlraum während der Zeit, bevor das Ionenbombardement eine ausreichende Überführung von Thoriumoxid an die Hohlraumwände erzeugt hat. Als Anlaßmaterialien wurden beispielsweise Dy_2O_3 und La_2O_3 gefunden. Sie wurden dem Thoriumoxid in Anteilen von 1 bis 5 Vol% beigemischt. Unter geeigneten Umständen kann jedes der obigen Materialien oder Y_2O_3 anstelle von Thoriumoxid als Elektronenemittermaterial im Austausch verwendet werden.

Der Durchmesser des Hohlraums hängt selbstverständlich von der Strombelastung der Lampe ab und von der Wirksamkeit des Emissionsmaterials bei der Herabsetzung der Austrittsarbeit. Bei Verwendung von Thoriumoxid als Emissionsmaterial ergibt sich ein brauchbarer Bereich für den Hohlraumdurchmesser von etwa 0,5 bis 2,5 mm (20 bis 100 mils) für die üblichen Größen von Hochleistungsmetall dampflampen mit Leistungen im Bereich zwischen 50 und 1000 W und mit Stromstärken im Bereich von 0,6 bis 2 A.

Ein weiterer Typ von Hohlkathoden gemäß der Erfindung kann nach Herstellungsverfahren hergestellt werden, bei denen die Formgebung durch pulvermetallurgische Techniken oder durch

109850/1210

BAD ORIGINAL

spanablehende Bearbeitung erfolgt. Die innere Spule kann besonders leicht ersetzt werden durch einen gepreßten Wolframeinsatz oder einen Hohlraumteil mit ähnlichen thermischen und thermionischen Eigenschaften. Das Hohlraumteil kann dem oberen oder vorderen Ende aus Wolfram allein und an dem unteren oder hinteren Ende aus Wolfram und beigemischttem Elektronenemittermaterial, beispielsweise Thoriumoxid, bestehen. Durch diese Anordnung erhält man tief im Innern des Hohlraums einen Bereich mit niedriger Austrittsarbeit, welcher das tiefe Eindringen des Bogens fördert. Der Hohlraumteil ist von einem Strahlungsschild umgeben, welcher an dem Hohlraumteil am festesten an dem oberen oder vorderen Ende anliegt. Ein freier Raum oder ein fehlender Druckkontakt zwischen den zylindrischen Seiten und dem zylindrischen Boden des Hohlraumteils und der umgebenden kühleren Abschirmung erreicht eine gute thermische Isolation.

Fig. 1 zeigt als Ausführungsbeispiel der Erfindung eine Hochdruck-Quecksilbermetallhalogeniddampflampe 1 mit einem äußeren Glaskolben 2 von birnenförmiger Gestalt mit einem rohrartigen Halsteil 3. An dem Ende des Halsteils ist ein konventioneller Schraubsockel 4 mit Zuleitungen 5 und 6 verbunden, die abgedichtet durch einen eingestülpten Abschlußteil eingeführt sind. Im Innern der äußeren Hülle 2 ist ein inneres Bogenentladungsrohr 8 aus Quarz durch eine aufgeteilte Halterung befestigt, welche die Haltestäbe 9 und 10 und die bandförmigen Klammern 11 und 12 umfaßt. In den Enden des Entladungsrohrs sind ein Paar von Hohlraumelektroden 13, 13' gemäß der Erfindung abgedichtet eingeführt. Die Elektroden sind über Leiter 14, 15 mit den Zuleitungen 5, 6 verbunden.

Das Entladungsrohr enthält eine Quecksilbermenge, von der der größte Teil während des Betriebs der Lampe vollständig verdampft ist und zu diesem Zeitpunkt einen Dampfdruck im Bereich von 1 bis 15 atm aufbaut. Es wird eine Menge von Natriumjodid mit einem merklichen Überschuß über der bei der Betriebstemperatur des Entladungsrohrs verdampften Menge vorgesehen, welche an keiner Stelle geringer ist als 500 °C. Zusätzlich zu Natrium-

109850/1210

BAD ORIGINAL

Jodid können zur verbesserten Farbwiedergabe und zur Verbesserung des Wirkungsgrades Thalliumjodid und Indiumjodid ebenfalls vorhanden sein. Der kälteste Bereich des Entladungsröhrens während des Betriebs liegt an den Enden, und um zu gewährleisten, daß deren Temperatur nicht unterhalb 500°C absinkt, kann an den Enden und den benachbarten Teilen der Quetschlichtungen ein wärmeabsorbierender Überzug angebracht sein, welcher durch Punktierung angedeutet ist. Ebenso wird zur Wärmekonservierung bei einer abgebildeten Lampe mit der Nennleistung 400 W der Zwischenraum zwischen den beiden Wäulen evakuiert. Bei den stärkeren Lampen, beispielsweise einer Lampe von 1000 W, ist diese Evakuierung nicht erforderlich.

In den Figuren 2a und 2b ist eine Elektrode 13 in der Ausführungsform als gewickelte Elektrodendoppelschicht gezeigt. Jede Elektrode umfaßt einen Wolframstab oder Zapfen 17, auf dessen Ende die ersten (4) Windungen 18 einer äußeren Spule aus Wolframdraht aufgewickelt sind, welche teilweise weggeschnitten gezeigt sind. Die übrigen (4) Windungen 19, die sich in Vorwärtsrichtung von dem Zapfen 17 aus erstrecken, sind auf einem größeren Durchmesser gewickelt. Im Innern der größeren Windungen 19 ist eine innere Spule 20, ebenfalls aus Wolframdraht, angebracht, wobei sich die innere Spule 20 über die äußere Spule 19 hinaus in Richtung der entgegengesetzten Elektrode um mehr als etwa einen halben Drahtdurchmesser erstreckt. Eine Abschirmung für Wärmestrahlung aus einem Wolframblech 21 ist zwischen der inneren und äußeren Spule in dem überlappenden Bereich angebracht. Das Blech ist vorzugsweise in Längsrichtung geriffelt, wie aus Fig. 2b ersichtlich, um die Berührungsfläche zwischen den Windungen der Spule und dem Blech zu verringern und dadurch die direkte Wärmeleitung zwischen den Teilen auf Minimum zu reduzieren. Die innere Spule sollte sich um nicht mehr als einige Windungen über die äußere Spule hinaus erstrecken, um einen übermäßigen Wärmeverlust durch Abstrahlung zu vermeiden. In der Fig. 2a hat dieser herausragende Teil eine Länge von etwa einem Drahtdurchmesser, wie bei 20a angedeutet. In dem Grunde

109850/1210

BAD ORIGINAL

des Hohlraums ist eine Pille oder Tablette 22 aus Thoriumoxid eingedrückt und dient als Reservoir, um während des Betriebes gegebenenfalls verlorengehendes Thoriumoxid nachzuliefern. Das Ionenbombardement der Pille während des Betriebs verdampft Thoriumoxid und seine Disproportionierungsprodukte, welche sich auf den Wänden des Hohlraums kondensieren. Durch Anbringung der Pille oder des Reservoirs von Emissionsmaterial am Grunde des Hohlraums erhält man die niedrigste Austrittsarbeit tief im Innern des Hohlraums, und dies begünstigt das tief hineinragende Brennen des Lichtbogens. Die Thoriumoxidpille enthält vorzugsweise einen Aktivator zur Begünstigung der frühzeitigen Verdampfung und Ablagerung von Disproportionierungsprodukten auf den Hohlraumwänden entsprechend der vorstehenden Beschreibung.

Ein zu großer Hohlraumdurchmesser wirkt der Anforderung zur Wärmekonservierung entgegen, während ein zu kleiner Durchmesser einem ausreichenden Leitungsweg entgegenwirkt. Im Falle einer 400 W-Lampe mit einer Betriebsstromstärke von 3 bis 4 A, gewöhnlich etwa 3,5 A, sollte der Hohlraumdurchmesser vorzugsweise im Bereich von etwa 0,75 bis 1,0 mm (30 bis 40 mils) liegen. Bei der bevorzugten Ausführungsform nach den Figuren 2a und 2b besteht die innere Spule 20 aus Wolframdraht mit einem Durchmesser von etwa 0,3 mm (12 mils), die äußere Spule 18, 19 besteht aus Wolframdraht mit einem Durchmesser von etwa 0,38 mm (15 mils), die Strahlungsabschirmung 21 besteht aus einem Wolframblech mit einer Dicke von etwa 0,025 mm (1 mil) und der Zapfen 17 besteht aus einem Wolframdraht mit einem Durchmesser von etwa 0,9 mm (35 mils). Der Durchmesser des Hohlraums ist etwa 0,9 mm (0,035 Zoll) und alle anderen Abmessungen sind in der Abbildung maßstabsgerecht wiedergegeben.

Bei 13b in der Fig. 3 ist eine andere Elektrode als Ausführungsform der Erfindung zum Betrieb als Hohlkathode dargestellt. Bei dieser Konstruktion besteht die Strahlungsabschirmung aus einer zwischengefügten Spule oder Drahtlage und alle Windungen, mit Ausnahme der Windungen der inneren Spule, gehen ineinander über.

109850/1210

Das Wickeln kann an der Stelle x benachbart zu dem Zapfen 24 begonnen werden und dann eine erste kurze Schicht 25 mit Linkssteigung auf dem Zapfen gewickelt werden. Darüber wird eine zweite kurze Schicht 26 mit Rechtssteigung gewickelt. Dann wird mit Linkssteigung eine lange zwischengefügte Schicht 27 gewickelt und darüber wird die äußere Schicht mit Rechtssteigung gewickelt und der Wickelvorgang bei y beendet. Die innere Spule 29 wird aus stärkerem Wolframdraht hergestellt und vorzugsweise mit Linkssteigung gewickelt, so daß die Lage der Zwischenschicht 27 die gleiche ist wie die der inneren Spule 29. Durch diese Anordnung wird eine Dehnung der inneren Spule aufgenommen. Der Innendurchmesser der Zwischenschicht 27 muß das Einführen der inneren Spule 29 durch Einschieben gestatten. Es ist erwünscht, daß die innere Spule über die Zwischenschicht und die äußere Schicht um etwa eine Windung herausragt. Am vorderen Ende der inneren Spule sollte eine scharfe Kante vermieden werden. Eine bevorzugte Konstruktion entsprechend Fig. 3 besteht aus einem stumpf abgeschnittenen Ende 30, das dann an die vorhergehende Windung angeschweißt wird. Ebenso wird die Endwicklung bei 31 mit einer Phase versehen, um jegliche scharfe innere Kante oder Ecke zu entfernen. In gleicher Weise wie bei der Elektrode nach Fig. 2 wird eine Tablette 32 aus Thoriumoxid in den Boden des Hohlraums eingepreßt.

Ein Problem bei Hohlkathodenelektroden besteht in der Ausbildung eines geschmolzenen kugelförmigen Tröpfchens an der Spitze der inneren Spule, wenn sich beim erstmaligen Einschalten der Lampe der Druck im Innern der Lampe aufbaut. Dieses Klümpchen, das manchmal als ein "g"-Fleck bezeichnet wird, ragt hinreichend weit in den Weg des Lichtbogens hinein, um hereinkommende Elektronen von der anderen Elektrode abzufangen und dadurch eine Erhitzung und Emission aus dem Hohlraum zu verhindern. Die Ausbildung eines solchen "g"-Flecks kann durch richtige Aktivierung des Hohlraums beseitigt werden, durch die Entfernung von Kohlenwasserstoffen durch wiederholte Bogenentladung bei hohem Strom und niedrigem Druck und durch Entkohlung in einer Flamme. Bei dieser Entkohlung mit einer Flamme wird eine Erhitzung mit

109850/1210

einer Knallgasflamme verwendet, um vorstehende Erhebungen an den Flächen und rauhe Kanten und gleichzeitig Kohlenstoff oder Karbide in der Nähe der Oberfläche zu entfernen.

Fig. 4 zeigt bei 13c eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Lampe mit Hohlkathodenelektrode. Die Elektrode umfaßt einen äußeren becherförmigen Teil oder Strahlungsschild 34, das auf einem Stab oder Zapfen 35 aus Wolfram befestigt ist. In den becherförmigen Teil ist ein Hohlraumteil 36 in Form eines Hohlzylinders eingefügt, der an beiden Enden offen ist und dessen äußere zylindrische Seitenwand von oben nach unten geringfügig nach innen verjüngt verläuft. Sowohl der Becherteil als auch der Hohlraumteil sind aus Wolfram durch Heißpressen oder Pressen unter Verwendung von Verfahren der Pulvermetallurgie hergestellt. Der obere Teil 36a des Hohlraumteils besteht aus praktisch reinem Wolfram mit einer relativ großen Austrittsarbeit. Der untere Teil 36b des Hohlraumteils unterhalb der gezeigten Oberfläche, welche durch die gestrichelte Linie 36' angedeutet ist, besteht aus Wolfram, dem ein Material mit niedriger Austrittsarbeit beigemischt ist, beispielsweise Thoriumoxid oder Yttriumoxid. Durch diese Anordnung ist das Emissionsmaterial nur in dem unteren Teil des Hohlraumteils enthalten, unterhalb der Berührung mit dem becherförmigen Teil. Da der Transport des Emissionsmaterials dazu neigt, durch Diffusion zu erfolgen, neigt die Berührung zwischen dem Hohlraumteil und dem kühleren Becherteil dazu, eine weiter nach außen verlaufende Diffusion des Emissionsmaterials zu hemmen und ebenso die Ansammlung dieses Materials an der Stirnfläche des Tassenteils, welche einen Betrieb mit Schottky-Fleck bewirken könnte.

Als Beispiel für eine heißgepreßte Wolframkathode gemäß der Erfindung kann eine Kathode entsprechend der Abbildung einen Becher oder Strahlungsabschirmung mit einer Länge von etwa 3 mm (0,12 Zoll) und einem Außendurchmesser von etwa 2,5 mm (0,105 Zoll) enthalten sowie einen zylindrischen Hohlraumteil mit einer Länge von etwa 2,5 mm (0,095 Zoll), einem äußeren Durchmesser von etwa 1,8 mm (0,071 Zoll) und einem Innendurchmesser von

109850/1210

etwa 0,9 mm (0,035 Zoll) besitzen. Der äußere Durchmesser des Hohlraumteils verjüngt sich von oben nach unten um etwa 0,12 mm (5 mils) und steht mit dem becherförmigen Teil am oberen Ende in Berührung. Hierdurch erhält man eine thermische Kopplung zwischen dem Zylinder und der Abschirmung, welche am stärksten an dem oberen oder dem vorderen Ende des Hohlraums ist. Das Fehlen einer Druckberührung zwischen dem übrigen Teil der zylindrischen Seitenwände und dem kreisförmigen Boden des Hohlraumteils mit der umgebenden kühleren Abschirmung führt zu einer wesentlichen Wärmeisolation. Eine zusätzliche Wärmeisolation kann notwendigfalls dadurch vorgesehen werden, daß der Grad der Verjüngung vergrößert werden kann und eine oder mehrere Lagen aus dünner Metallfolie in dem Raum zwischen dem Hohlraumteil und dem becherförmigen Teil vorgesehen werden können.

Das obere Ende des Hohlraumteils besteht aus reinem Wolfram. Der untere Teil unterhalb der gestrichelten Linie 36' besteht aus Wolfram, dem etwa 10 Gew.% ThO_2 beige mischt ist. Die niedrigste Temperatur tritt auf an der Berührungslinie zwischen dem oberen Ende der Hülle und dem Hohlraumteil, und dieser liegt oberhalb der Linie, unterhalb der der Hohlraumteil ThO_2 enthält. Die "Kaltstelle" der Verbindung mit dem becherförmigen Teil neigt dazu, die nach oben nach außen gerichtete Diffusion des ThO_2 zu hemmen und dadurch eine Ansammlung von Emissionsmaterial an dem oberen oder vorderen Ende des becherförmigen Teils zu vermeiden, welche einen Betrieb mit Schottky-Fleck an der Stirnfläche bewirken könnte.

Erfindungsgemäße Lampe mit einer Leistung von 400 W und einer Füllung mit Quecksilbermetallhalogenid mit Hohlraumelektroden wurden einer Lebensdauerprüfung unterzogen. Dabei wurde ein stabiler diffuser Hohlkathodenbetrieb erreicht und ergab eine wesentliche Verbesserung des Wirkungsgrades und der Verringerung der Schwärzung des Entladungsrohrs. Beispielsweise sank bei konventionellen Lampen mit dem üblichen Schottky-Fleck-Betrieb bei Verwendung von üblichen mit Thoriumoxid aktivierten thermischen

109850/1210

BAD ORIGINAL

Elektroden der Wirkungsgrad von 73 Lumen/Watt am Beginn auf 51 Lumen/Watt nach 2000 Stunden. Lampen, welche mit Hohlraum-elektroden gemäß der Erfindung ausgestattet waren, zeigten ein Absinken des Wirkungsgrades von 87 Lumen/Watt am Anfang auf 75 Lumen/Watt nach 2000 Stunden. Der Wirkungsgrad der erfindungsgemäßen Lampen mit Hohlraumelektroden war daher nach 2000 Stunden um 45 % besser als der Wirkungsgrad der konventionellen Lampen.

Ansprüche

1. Hochleistungsmetalldampf Lampe mit einem glasartigen Kolben, mit Metalldämpfen als Füllung und einem abgedichtet eingeführten Elektrodenpaar, von denen mindestens eine Elektrode eine thermionische, sich selbst aufheizende Hohlraumkathode ist, die im Hohlkathodenbetrieb arbeitet, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß eine Elektrode (13a, 13b) umfaßt: eine innere Hohlspule (20) aus Wolfram, die auf einem Metallzapfen (17) befestigt und an dem vorderen, dem Bogen entgegengerichteten Ende offen ist, eine äußere Spule (19) aus Wolframdraht konzentrisch zur inneren Spule, eine Wärmestrahlungsabschirmung (21) zwischen der inneren und äußeren Spule, wobei die innere Spule nach vorn über die äußere Spule herausragt, die Tiefe des Hohlraums in der inneren Spule größer ist als sein Durchmesser und ein Reservoir von Emissionsmaterial (22) am Grunde des Hohlraums vorhanden ist.
2. Lampe nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die Metalldämpfe Quecksilber und Metallhalogeniddämpfe sind und die innere Hohlspule (20) aus Wolfram aus auf dem Metallzapfen (17) befestigtem Wolframdraht besteht und das Reservoir ein Thoriumoxidreservoir an dem Grunde des Hohlraums ist.
3. Lampe nach Anspruch 1 oder 2, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß der Durchmesser des Hohlraums im Bereich von etwa 0,5 mm bis 2,5 mm (20 bis 100 mils) liegt.
4. Lampe nach Anspruch 1 oder 2, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die Wärmestrahlungsabschirmung (21) ein Blech aus Wolfram ist.
5. Lampe nach Anspruch 1 oder 2, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die Wärmestrahlungsabschirmung (21) ein Blech aus Wolfram ist.

109850/1210

BAD ORIGINAL

mung eine zwischengefügte Wicklung (27) aus Wolframdraht zwischen der inneren (25) und der äußeren (28) Wolframspule ist.

6. Lampe nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Metallhalogenid Natriumjodid enthält.
7. Lampe nach Anspruch 2 für den Betrieb bei Stromstärken von 3 bis 4 A, dadurch gekennzeichnet, daß das Metallhalogenid Natriumjodid enthält und der Hohlraumdurchmesser im Bereich von 0,5 bis 1 mm (20 bis 40 mils) liegt.
8. Hochleistungslampe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß sie einen glasartigen Kolben mit einem ionisierbaren Mittel als Füllung und ein Paar abgedichtet eingeführte Elektroden enthält, von denen mindestens eine Elektrode eine thermionische selbstheizende Hohlraumelektrode ist, die im Hohlkathodenbetrieb arbeitet, wobei diese eine Elektrode einen inneren Hohlraumteil (36) aus feuerfestem Metall und einen äußeren umgebenden Abschirmungsteil (34) enthält, der innere Teil einen Hohlraum besitzt, welcher im wesentlichen gasdicht, aber an dem vorderen, dem Bogen gegenüberliegenden Ende offen ist, der Hohlraum eine Tiefe besitzt, die nicht wesentlich größer ist als dem Eindringen des Lichtbogens in dem Hohlraum entspricht, wobei das innere Teil eine vergrößerte thermische Kopplung zu dem äußeren Teil an dem vorderen Ende (36a) besitzt und Elektronenemissionsmaterial in dem unteren Teil (36b) des inneren Teils angebracht ist.
9. Lampe nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß kein Teil des äußeren Abschirmteiles in Richtung der gegenüberliegenden Elektrode über den inneren Hohlraumteil herausragt.

10. Lampe nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der innere und der äußere Teil aus geformtem Wolframpulver hergestellt sind.
11. Lampe nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der innere und der äußere Teil aus geformtem Wolframpulver hergestellt sind, wobei der innere Teil aus im wesentlichen reinem Wolframpulver am vorderen Ende und aus Wolframpulver mit beigemischttem Elektronenemissionsmaterial in dem unteren Teil besteht, welches in dem äußeren Abschirmteil eingeschlossen ist.
12. Lampe nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß das innere Teil die Form eines Hohlzylinders aufweist und das äußere Teil eine Becherform aufweist, in die das innere Teil eingesetzt ist.
13. Lampe nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß der äußere Durchmesser des Hohlzylinders relativ zum Durchmesser der Öffnung in dem becherförmigen Teil sich von vorn nach hinten kegelförmig verjüngt und ein Druckkontakt und eine gesteigerte thermische Kopplung nur zu dem vorderen Ende des becherförmigen Teils vorhanden ist.

23
Leerseite

2125444



